



УДК 621

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

SIMULATION AND OPTIMIZATION OF OCCUPANT BEHAVIOUR IN ENERGY CONSUMPTION

Балдин Артемий Михайлович, студент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: smanisty@mail.ru. Тел.: +7(965)659-42-72

Лямбель Анастасия Николаевна, аспирант кафедры «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: a.n.liambel@urfu.ru. Тел.: +7(900)202-57-79

Baldin M. Artemia, student, Department «Nuclear power stations and renewable energy sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: smanisty@mail.ru. Ph.: +7(965)659-42-72

Lyambel N. Anastasia, post graduate student, Department «Nuclear power stations and renewable energy sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: a.n.liambel@urfu.ru. Ph.: +7(900)202-57-79

Аннотация: Одной из основных статей в энергопотреблении зданий является человеческий фактор. Каждый потребитель электроэнергии по-своему взаимодействует с системами дома и рабочего места. В данном докладе описан потенциал дальнейших работ по оптимизации человеческого фактора, показаны возможные модели по снижению негативного воздействия жильца на энергозатраты, с учётом ментальных особенностей, экономического, психологического и технологического аспектов.

Abstract: One of the biggest part of building energy consumption is influenced by human element. Each occupant interacts with systems of his house, work place, etc. in his own way. This paper introduced the potential of following working with optimization of human element and showed possible solutions of reduction negative impact of occupant behavior on energy usage taking into account mental, economical and technologic aspects.

Ключевые слова: энергопотребление; энергосбережение; человеческий фактор

Key words: energy consumption; energy-savings; human element

ВВЕДЕНИЕ

В наше время, когда достижения науки становятся всё доступнее для обычного человека, стремительно растёт его влияние на энергопотребление. Кроме основных систем, на которые приходится большая доля затрачиваемой энергии, таких как обогрев, освещение и т.д., человек использует и индивидуальные электроприборы, работа которых зависит напрямую от пользователя. При предварительном вычислении энергопотребления здания к самым значительным погрешностям приводят именно действия жильцов. Поэтому так важно провести исследования в областях локации человека, распорядка дня, определении и систематизации невыгодных с точки зрения энергетики действий.

Очевидно, что попытки снижения пагубного воздействия жильцов на энергопотребление

предпринимались и раньше. Следовательно, нужно учесть и их опыт.

Кроме того, значительную роль играет техническое оборудование, которое уже сегодня позволяет разработать определённые системы по снижению энергопотребления за счёт не только элементарной экономичности данных средств, но и возможного редуцирования человеческого фактора.

Нельзя не учитывать и отличительные черты менталитета региона, в котором нужно провести оптимизацию энергозатрат. Главным образом это относится к Российской Федерации, в которой особенности поведения населения в большей мере уникальны. В подобных регионах особенно трудно пред полагать энергопотребление здания.

Учитывая всё вышеописанное, разработка модели или системы по снижению влияния человеческого

фактора на энергопотребление зданий необходима и вполне реальна. Возможные решения этой проблемы и будут приведены далее.

РАСЧЁТ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Прежде всего для введения каких-либо мероприятий по снижению негативного эффекта человеческого фактора на энергозатраты здания требуется определить степень потребительского воздействия. Отличие предполагаемого энергопотребления от реального уникально для каждого здания как в целом, так и для отдельных его составляющих. В исследованиях Дэнни Паркера [1] было определено, что даже в одинаковых домах использование электричества может отличаться до 3 раз, а его отдельные аспекты – от 1,8 до 50,3 раз. Из приведённого в докладе графика видно, что в процентном соотношении наибольшее влияние на разницу в энергопотреблении оказывает охлаждение, отопление и нагрев воды (Рис. 1). Следует отметить, что с ростом общего энергопотребления здания растёт и возможное отклонение от нормы.

Возможность оптимизирования энергозатрат за счёт человеческого фактора до 3 раз показывает огромный потенциал исследований в этой области.

Тяньчжэнь Хонг в своей работе [2] выделил следующие основные аспекты человеческого фактора в энергопотреблении, в сборе данных которых был достигнут значительный прогресс: локация жилья, термальный комфорт, взаимодействие с оконными системами, освещение и электрические приборы. Также были определены требующиеся исследования в обозначенных областях.

С имеющимися на данный момент данными уже можно разработать эффективную систему по

снижению негативного влияния жильца на энергозатраты здания.

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

Можно выделить два основных способа оптимизация доли энергопотребления, напрямую связанной с человеческим фактором: 1) работа с энергоэффективным поведением жильца, 2) автоматизация систем для снижения влияния на них. Первый направлен на регулирование поведения жильца, а второй – на его исключение.

РАБОТА С ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ ЖИЛЬЦА

Самым простым и дешёвым способом снижения негативного влияния человека на энергетику здания является обычное осведомление жильца о существующих способах экономии энергии. Зачастую житель неэффективно использует электричество, отопление и т.д. Особенно это относится к населению России. К сожалению, далеко не у всех жителей выработана привычка простого выключения света в пустых комнатах. Ещё один пример неэффективного поведения – чрезмерное перегревание помещения и последующее его проветривание, в ходе которого впустую тратится энергия. К этому подходу относится и изменение налогообложения использования энергии, попытки которого уже предпринимались даже в некоторых регионах России. С жителей взымались дополнительные 40% от изначальной суммы за превышение введённых норм энергопотребления и снимались 10% за их соблюдение. Однако выяснилось, что в норму укладывается лишь 40% населения, причём среди них лишь небольшую часть составляют малоимущие семьи. Среди прочих причин данная система не возымела ожидаемого эффекта из-за неграмотности составления самих норм, которые были неоправданно занижены [3]. Проблемой такого подхода является ненадёжность, ведь она сама опирается на жильца и его ответственность.

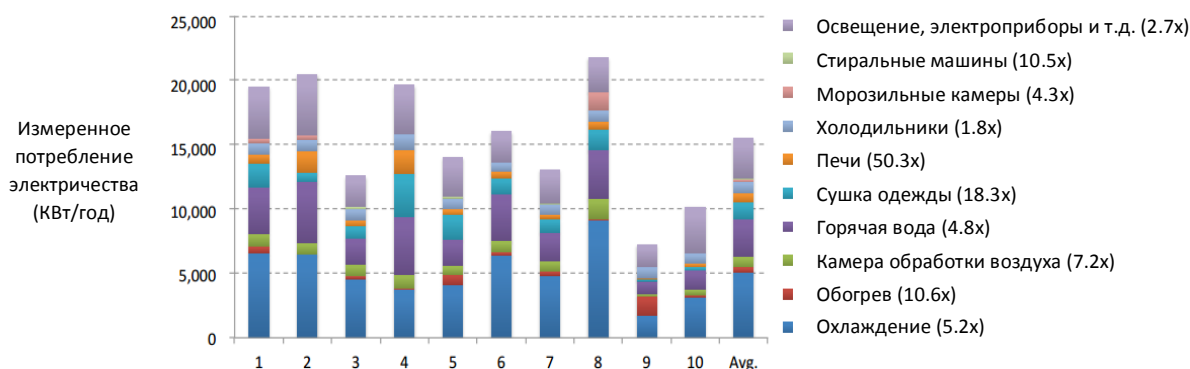


Рис. 1. Энергопотребление 10 одинаковых домов и различия в нём и в его отдельных аспектах [3]

В итоге этот способ имеет как плюсы в виде своей простоты и дешевизны, так и минусы: ненадёжность и требование правильно разработанной системы работы с жильцами.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НА НИХ

Более эффективным способом оптимизации человеческого фактора является техническое автоматизирование здания, которое могло бы минимизировать влияние жильца на энергопотребление. Подобными техническими решениями может стать регулировка температурного режима, освещения, вентиляции и т.д. Путём полного исключения человека из управления энергопотреблением здания можно получить экономию в 3 или более раз. Однако такое оснащение требует больших экономических вложений, что является важным ограничивающим фактором для его применения, а некоторые элементы попросту не разработаны.

По итогу можно обозначить следующие плюсы такого подхода: максимальная эффективность, полное исключение человеческого фактора; но также и минусы: высокая стоимость подобных систем и требовательность к технологическому развитию.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО СНИЖЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

По причине того, что оба обозначенных подхода помимо своих плюсов имеют и минусы, требуется найти некоторый баланс между ними. Переход от первой системы ко второй был условно разделён на 5 блоков. В итоге получено пять возможных моделей по снижению энергопотребления здания за счёт работы с человеческим фактором (Таблица 1)

Анализ данных моделей будет проведён относительно следующих аспектов: 1) Надёжность, 2) Стоимость, 3) Технологическая оснащённость, 4) Степень автоматизации. Надёжность подразумевает собой возможность отклонения реального энергопотребления от планируемого. За стоимость приняты затраты, требуемые для приобретения и установки нужного оборудования. Технологическая оснащённость – необходимые технологические средства, требуемые для реализации той или иной модели. Степень автоматизации подразумевает собой степень влияния жильца на системы здания.

Моделью, в которой не используется автоматизация систем, является модель «Традиционного дома», которая максимально опирается на ответственность жильца.

Использовалась на практике на протяжении долгого времени.

Модель начальной автоматизации. Введение некоторых автоматизированных элементов. Уже активно используется в наши дни (автоматическое выключение персональных электроприборов, саморегулирующиеся АОГВ).

Модель частичной автоматизации. Основные системы регулируются автоматически, выбирается только режим работы. Для реализации требуется высокая технологическая оснащённость. Такая модель используется лишь в незначительной части зданий.

Модель повышенной регуляции. Системы регулируются автоматически. Возможно с применением сложных технологических систем, таких как система локации жильца. Очень трудно реализовать на данный момент по причине слишком большой стоимости подобного оборудования и его технологической развитости.

Модель «Умного дома» в целом является идеальной. Полное исключение человека из управления общими системами здания, предельная эффективность работ систем за счёт детального наблюдения за всеми показателями как среды, так и человека. Неосуществима на сегодняшний день в масштабах жилищного строительства.

Можно сделать вывод, что переход от модели «Традиционного» к «Умному дому» является закономерным развитием систем энергосбережения. Переход на следующую «ступень» сопровождается более высоким уровнем комфорта для жильца, а своевременный технологический прогресс снизит стоимость проведения требуемых для перехода мероприятий.

На данный момент оптимальной моделью является модель начальной автоматизации (Таблица 2). В ней объединены элементы автоматизации и доступность абсолютному большинству населения. Предыдущая «ступень» – уже неэффективна, а следующая – ещё недостаточно доступна. Однако следует стремиться к реализации модели частичной автоматизации. Данная модель позволит значительно снизить влияние жильца на системы здания, и следовательно, снизить энергопотребление. Для перехода требуется разработка и поставка на массовое производство требуемых технологических средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе материала, изложенного выше, можно сделать следующие выводы:

- 1) У оптимизации негативного влияния жилья на энергопотребление здания огромный потенциал.
- 2) Область влияния человеческого фактора на энергопотребление зданий требует подробного исследования.
- 3) Снижение энергопотребления путём оптимизации влияния на него человека напрямую связано с автоматизацией его систем.
- 4) Оптимизация человеческого фактора – это планомерный процесс, требующий время. Важен именно плавный переход на следующую «ступень».
- 5) Оптимальная модель должна определяться соотношением четырёх факторов:

стоимость, техническая оснащённость, степень автоматизации, надёжность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Accuracy of the Home Energy Saver Energy Calculation Methodology / Danny Parker. Флорида: Florida Solar Energy Center. 2012. 19 с.
2. Advances in research and applications of energy-related occupant behaviour in buildings / Hong Tianzhen [и др.]. 2015. 10 с.
3. В "социально-защитные" нормы энергопотребления больше других рискуют не уложиться многодетные семьи // Newsru.com: ежедн. интернет-изд. 2014. 21 янв. URL: https://realty.newsru.com/article/21jan2014/socnormy_riski (дата обращения: 15.04.2017).
4. Accuracy of the Home Energy Saver Energy Calculation Methodology / Danny Parker. С. 10

Таблица 1.

Модели по снижению энергопотребления

| Название модели | Роль жильца | Автоматизация |
|---------------------------------|--|--|
| Модель «Традиционного дома» | Человек полностью управляет всеми системами здания | Автоматизация отсутствует |
| Модель начальной автоматизации | Человек имеет ведущую роль в управлении системами здания | Частично автоматизированы основные системы |
| Модель частичной автоматизации | Человек имеет значимую роль в управлении системами здания | Автоматизированы основные системы |
| Модель повышенной автоматизации | Человек имеет небольшую роль в управлении системами здания | Автоматизированы все системы здания |
| Модель «Умного дома» | Человек не влияет на системы здания | Полная автоматизация здания |

Рост стоимости и технического развития оборудования, повышение надёжности модели




Таблица 2.

Характеристика моделей для настоящего времени

| Название | Характеристика |
|---------------------------------|---|
| Модель «Традиционного дома» | Модель слишком ненадёжна из-за слишком большого влияния на системы здания, но за счёт того, что не требует финансовых вложений, может быть использована. Не требует никакого технологического оснащения. |
| Модель начальной автоматизации | Модель сочетает в себе элементы автоматизации, которые позволяют снизить энергопотребление и стоимость которых приемлема для среднего класса. Более надёжна, чем модель «Традиционного дома». |
| Модель частичной автоматизации | Модель обладает элементами автоматизации, позволяющие значительно снизить энергопотребление, но стоимость которых на данный момент слишком высока для подавляющего большинства населения. Обладает высокой надёжностью. |
| Модель повышенной автоматизации | Модель практически максимально оптимизирует энергопотребление, но требуемое оборудование очень затратно и технически трудно осуществимо. Очень высокая надёжность модели. |
| Модель «Умного дома» | Модель является самой эффективной, но неосуществимой на сегодняшний день. Максимально возможная надёжность модели. Возможное отличие реального энергопотребления от планируемого пренебрежимо мало. |